



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RICARDO URIEL PEDROSA

DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE URUCUM COM ADIÇÃO DE
COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA TILÁPIA DO NILO

AREIA - PB

OUTUBRO - 2012

**DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE URUCUM COM ADIÇÃO DE
COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA TILÁPIA DO NILO**

RICARDO URIEL PEDROSA

**DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE URUCUM COM ADIÇÃO DE
COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA TILÁPIA DO NILO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Zootecnia, da
Universidade Federal da Paraíba, como exigência
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Luis Rodrigues

Areia - PB

OUTUBRO - 2012

RICARDO URIEL PEDROSA

**DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE URUCUM COM ADIÇÃO DE
COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA TILÁPIA DO NILO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo aluno **Ricardo Uriel Pedrosa**, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em zootecnia, pela Universidade Federal da Paraíba, submetida e aprovada pela banca examinadora.

Aprovado em, _____ de _____, 2012.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Marcelo Luis Rodrigues - Orientador

Msc. Maria Juliana Campos Leite – Examinador

Msc. Angelo Sousa Oliveira – Examinador

Areia – PB

OUTUBRO - 2012

**Aos meus familiares, pelo apoio incondicional na minha vida
acadêmica.**

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estarem me acompanhado em todos os momentos de minha vida e que tem me guiado até aqui.

Aos meus pais, Jorge Curvelo Pedrosa e Marta Vieira Feitosa.

A minha irmã Patrícia Vieira Pedrosa.

Aos meus tios e tias, Juarez Pedrosa, Marcia Feitosa, Julio Pedrosa e Julia Pedrosa.

Aos meus avos maternos Mauro Feitosa e Maria Vieira Batista.

Ao meu orientador, Professor Dr. Marcelo Luis Rodrigues. Sou grato por tudo.

A Universidade Federal da Paraíba.

A coordenação do curso de Zootecnia, a todos os funcionários que lá trabalham;

A todos os professores ao qual tive a oportunidade de adquirir conhecimentos dentro e fora de sala de aula, em especial a Professora Marcia Roseane Targino de Oliviera.

Aos meus amigos, Sansão de Paula Homem Neto, Giullyann de Oliveira Salviano, Clesio Morgado de Sousa, Thiago Belo da Silva, Ronaldo, Arivaldo, Leonardo, Eden, Anderson, Adriano Prazeres, Jamille, Messias Nogueira, Tarcisio, Guilherme de Sousa Lima, Emerson Gustavo, Gustavo, Victor Jeronimo, Alexandre Perazzo, Pessoa, Ricardo Martins, Higor Fabio, Anaiane, Luana, Silvaney Santos Araújo, Tyrone, Talles, Moises, Cintia, Marcelo, Rafael Souza, Hyago, Adler, Felipe e a todos os meus amigos que foram e são presentes em todas as conquistas em minha vida.

A todo o grupo do setor de piscicultura do CCA-UFPB, em especial a dona Lourdinha e a Denise.

A Ângela Maria que foi colocada por Deus no meu caminho para me tornar uma pessoa melhor, com seu carinho, cuidado e dedicação a ela um agradecimento mais que especial, muito obrigado por fazer parte da minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Espécie em estudo: tilápia-do-nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	15
2.2. Alimentos Alternativos.....	16
2.3. Urucum.....	18
2.4. Digestibilidade.....	20
2.5. Enzimas Exógenas.....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5. CONCLUSÃO.....	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1 - Composição percentual da dieta referencia utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para a tilapia do Nilo.....	27
Tabela 2 - Composição química em Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Extrato etéreo (EE), Cinzas (CZ) e Energia Bruta (EB) do farelo de semente de urucum (FSU).....	30
Tabela 3 - Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB) e da energia digestível do alimento avaliado.....	31
Tabela 4 – Composição química analisada das rações experimentadas com diferentes níveis de inclusão do complexo enzimático.....	31

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Incubadoras de fibra de vidro de fundo cônico adaptada para coleta de fezes	26
---	----

PEDROSA, R. U. **Digestibilidade do farelo de urucum com adição de complexo enzimático para tilápia do Nilo.** 2012. Monografia, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a adição de complexo enzimático sobre a digestibilidade do farelo de urucum para tilápia do Nilo. Um ensaio de digestibilidade foi conduzido para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia digestível do farelo da semente de urucum (FSU) e os efeitos da suplementação de ração com um complexo enzimático contendo celulase, protease e amilase sobre a digestibilidade dos nutrientes em juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). As rações experimentais foram suplementadas com complexo enzimático comercial nos níveis de 0,0; 0,033; 0,066; 0,099%. O período de coleta foi feito durante 15 dias e a determinação da digestibilidade aparente foi realizada pelo método indireto, com uso de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador de digestibilidade. Foram utilizados 45 juvenis machos de tilápia-do-nilo com aproximadamente 100,00g distribuídos aleatoriamente em três incubadoras adaptadas para ensaio de digestibilidade. Os parâmetros físicos e químicos da água se mantiveram em níveis adequados durante todo o experimento. A adição do complexo enzimático à ração melhorou o coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca, proteína bruta, energia bruta. Entre os níveis testados, o de 0,033% de complexo enzimático proporcionou os valores mais expressivos.

PALAVRAS-CHAVE: enzimas exógenas, ingrediente alternativo, *Oreochromis niloticus*

PEDROSA, R. U. **Digestibilidade do farelo de urucum com adição de complexo enzimático para tilápia do Nilo.** 2012. Monografia, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the addition of enzyme complex on the digestibility of bran annatto for Nile tilapia. A digestibility trial was conducted to evaluate the apparent digestibility coefficients of nutrients and digestible energy bran annatto seed (FSU) and the effects of diet supplementation with an enzyme complex containing cellulase, protease and amylase on nutrient digestibility juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The experimental diets were supplemented with commercial enzyme complex levels of 0.0, 0.033, 0.066, 0.099%. The collection period was done for 15 days and the determination of apparent digestibility was performed by the indirect method, using chromium oxide (Cr_2O_3) as an indicator of digestibility. We used 45 male juvenile Nile tilapia with approximately 100.00 g were randomly distributed into three incubators adjusted for digestibility trial. The physical and chemical parameters of the water is maintained at adequate levels throughout the experiment. The addition of the enzyme complex to the diet improved the apparent digestibility of dry matter, crude protein, crude energy. Between levels tested, 0.033% of the enzyme complex provided the higher values

KEYWORDS: exogenous enzymes, alternative ingredient, *Oreochromis niloticus*

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo anual de pescado de pelo menos 12 quilos por habitante/ano, porém o consumo nacional ainda está abaixo dessa recomendação. Entretanto, houve um crescimento de 6,46 kg para 9,03 kg por habitante/ano entre 2003 e 2009. Com isso a previsão é de que até 2030 a demanda internacional de pescado aumente em mais 100 milhões de toneladas por ano, de acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2010).

O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura, que é uma atividade capaz de transformar áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário em áreas altamente produtivas (BORGHETTI e OSTRENSKI, 2003).

A produção mundial é da ordem de 126 milhões de toneladas. O Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas. Atualmente o País produz aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% cultivados (FAO, 2010).

Dados do censo aquícola divulgado pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2010, revelam que a Região Nordeste lidera a produção nacional de pescado ao concentrar um terço do país (411,4 mil t), alta de 24,10% no período de 2007-2009. A produção paraibana de pescado registrou um aumento de 15,22% no mesmo período, passando de 11,4 mil para 13,1 mil toneladas anuais.

Segundo o mesmo censo a tilápia foi a espécie mais produzida em 2009, representando 39% do total de pescado proveniente da piscicultura continental. A produção mundial de tilápia (*Oreochromis niloticus*), foi aproximadamente de 3,7 milhões de toneladas em 2010, tendo o Brasil como maior produtor da América do Sul. Isso se deve pelo fato da tilápia ser uma das espécies mais promissoras para a piscicultura por apresentar rápido crescimento, facilidade de obtenção de larva e pelo bom rendimento de filé (FAO, 2010).

A importância dessa espécie está relacionada à sua rusticidade (HAYASHI et al., 1999), e a facilidade de aceitar alimentos artificiais em todos os estágios de vida (SANTIAGO et al., 1987; MEURER et al., 2002), pois na natureza, a tilápia nilótica

alimenta-se nos níveis tróficos inferiores ingerindo fito e zooplânctons. Já em confinamento, comporta-se como espécie oportunista e aceita facilmente alimento artificial. Essa espécie utiliza eficientemente os carboidratos como fonte de energia, possibilitando o uso de fontes de proteína e de energia de origem vegetal na formulação (FURUYA, 2010).

As rações balanceadas convencionais utilizadas em cultivos intensivos são formuladas com o propósito de satisfazer as necessidades nutricionais dos peixes. No entanto, estas rações apresentam altos níveis de proteína e custos elevados, pois geralmente são usados produtos e subprodutos de origem animal (LANNA et al., 2004).

O crescimento da tilapicultura intensiva proporcionou uma maior dependência por rações balanceadas nutricionalmente completas, em função da redução ao acesso de alimento natural nessa condição de produção. Nesse sentido, a busca pela elaboração de rações de alta qualidade que maximizem o potencial zootécnico de cada espécie é um desafio constante por parte dos pesquisadores. A intermitente busca pela redução de custos provenientes da alimentação deve ser observada como um conjunto de medidas integradas que envolvam instituições de pesquisa e extensão, empresas de ração e produtores.

A utilização de alimentos de origem vegetal nas rações tem como objetivo proporcionar um menor custo da ração e conseqüentemente diminuição nos custos de produção, logo, a substituição de determinados produtos e subprodutos da agroindústria que são empregados como ingredientes nas dietas dos peixes, por produtos sucedâneos, tem sido estudada por vários autores e apresenta resultados efetivos sobre a utilização dos nutrientes para determinadas espécies (PEZZATO et al., 2001).

A formulação de rações para peixes é baseada principalmente em milho, farelo de soja e farinha de peixe, os quais torna-se muitas vezes a produção de peixes inviável (SANTOS et al., 2009), em função de grande variabilidade de preço, dependência da oferta ao decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses alimentos.

Segundo EL-SAYED, (1999), KUBITZA, (1997) e PEZZATO et al., (2000), os custos com rações em cultivos intensivos e semi-intensivos de peixe, geralmente ultrapassam 50% do custo de produção, o que reforça as pesquisas com alimentos alternativos que vêm crescendo nos últimos anos, tendo como prioridade manter ou melhorar o desempenho dos peixes.

Uma maneira viável de reduzir o custo da ração seria a utilização de subprodutos e coprodutos da agroindústria. No caso das regiões mais afastadas dos centros produtores de ração como o Norte e Nordeste, é a utilização de alimentos alternativos regionais como uma oportunidade de redução do custo da ração. Estas regiões são tradicionalmente compradoras de alimentos convencionais e de rações de regiões produtoras (Sul e Sudeste), o que encarece o custo de produção (HISANO e PORTZ, 2007).

Para a utilização de resíduos agroindustriais em dietas balanceadas para peixes é necessário conhecer a composição nutricional, logo, é necessário avaliar a digestibilidade desses alimentos. A ausência de dados a respeito da digestibilidade dos ingredientes tem sido um grande problema na fabricação dessas dietas.

Segundo PEZZATO et al. (2004), o conhecimento da digestibilidade dos subprodutos agroindustrial tem viabilizado a utilização de diversos alimentos em rações completas para peixe. Estudos demonstram que alimentos com composições químicas semelhantes podem apresentar diferenças na avaliação do coeficiente de digestibilidade.

No entanto, são escassas as informações sobre o efeito de enzimas exógenas na digestibilidade de alimentos alternativos utilizados na ração para peixes. A presente pesquisa teve por objetivo avaliar diferentes níveis da adição de complexo enzimático sobre a digestibilidade do farelo de urucum para Tilápia do Nilo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espécie em estudo: tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia é hoje, depois da carpa comum (*Cyprinus carpio*), a espécie mais cultivada no mundo, por ser resistente ao manejo, apresentar carne muito saborosa, e ser extremamente resistente às condições adversas do meio e às enfermidades (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994). É uma espécie de peixe com hábito alimentar onívoro, bastante versátil, pois se adapta tanto ao cultivo extensivo sem qualquer tecnologia empregada, quanto ao sistema de criação em tanques-rede com rações completas e com alta tecnologia de produção (MEURER et al., 2002).

Destaca-se pela rusticidade e rápido crescimento em cultivo intensivo (HAYASHI et al., 1999), pela facilidade de obtenção de larvas, por sua precocidade, pelas boas características organolépticas com baixo teor de gordura (0,9 g.100g⁻¹ de carne) e de calorias (117 kcal.100g⁻¹ de carne). Alimenta-se dos itens básicos da cadeia trófica e aceita grande variedade de alimentos, responde com a mesma eficiência a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal, possui capacidade fisiológica de adaptar-se em diferentes ambientes e sistemas de produção, suporta densidades de estocagem elevadas e baixos teores de oxigênio dissolvido, alto rendimento de filé (35 a 40%) e ausência de espinhos intramusculares em seu filé, o que viabiliza sua industrialização para a comercialização no mercado interno e externo (HILDSORF, 1995). Além de apresentar menor exigência em proteína quando comparada às espécies carnívoras, uma vez que se encontra na base da cadeia alimentar (CHELLAPPA et al., 1996; FITZSIMMONS, 2000).

É uma espécie tropical cuja temperatura ideal para seu desenvolvimento varia entre 25 e 30°C, tendo seu crescimento afetado abaixo de 15°C e não resistindo a temperaturas por volta de 9°C (CASTAGNOLLI, 1992; KUBITZA, 2000; GONZÁLEZ e QUEVEDO, 2001; ONO e KUBITZA, 2003; CYRINO e CONTE, 2006).

A designação tilápia vem de um grupo de peixes que abrange cerca de 70 espécies, divididas em quatro gêneros, todos pertencentes à família Cichlidae e subfamília Tilapiinae. Sua origem é Africana tendo uma área de distribuição geográfica natural que se estende desde o Leste africano (Bacia do Nilo, Congo) ao Oeste africano (Bacias dos rios Níger e Senegal), sendo que as pesquisas para a criação desta espécie tiveram início no Congo Belga (atual Zaire), no começo do século XIX. A partir de

1924 sua criação foi intensificada no Quênia e sua expansão para outras partes do mundo se deu a partir da Malásia (CAMPO, 2008).

Esta espécie foi disseminada pelo homem em Israel, no Sudoeste asiático, nos Estados Unidos e, ainda, na América do Sul (SIQUEIRA FILHA et al. 1999). No Brasil foi introduzida pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, em 1952, para conter a proliferação de algas e macrófitas aquáticas em represas (OSTRENSKY et al. 2008). E em 1971, por intermédio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) nos açudes do Nordeste, difundindo-se para todo o país (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

No tocante aos estudos com digestibilidade a tilápia têm se destacado em pesquisas envolvendo a digestibilidade da energia e de nutrientes de fontes convencionais e alternativas de origem vegetal (FAGBENRO, 1998; PEZZATO et al., 2001), uma vez que toleram dietas com elevados níveis de carboidratos (DEGANI e REVACH, 1991; NRC, 1993; STICKNEY, 1997), fato atribuído às suas adaptações morfológicas e fisiológicas, que incluem dentes faríngeos, pH estomacal baixo (<1,5) e intestino longo (KUBARIK, 1997; HANLEY, 1987). Essas constatações foram reforçadas por DEGANI et al. (1997), em estudos realizados com a tilápia-do-nilo e com a tilápia híbrida (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*).

2.2. Alimentos Alternativos

Uma maneira viável de reduzir o custo da ração seria a utilização de subprodutos e co-produtos da agroindústria. No caso das regiões mais afastadas dos centros produtores de ração, a utilização de alimentos alternativos regionais seria uma oportunidade interessante para redução do preço das rações (TACHIBANA, 2007). Estas regiões são tradicionalmente compradoras de alimentos convencionais e de rações de regiões produtoras, o que encarece o custo de produção.

A substituição dos ingredientes, usualmente utilizados nas rações para peixes, por determinados produtos e subprodutos da agroindústria, resíduos de culturas e produtos não destinados ao consumo humano tem se apresentado como prática econômica alternativa.

Os alimentos alternativos geralmente substituem os alimentos padrão. A formulação de rações para peixes é baseada principalmente em milho, farelo de soja e farinha de peixe, os quais em função de grande variabilidade de preço e dependendo da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras

desses alimentos, torna muitas vezes a produção de peixes impraticável (RIBEIRO et al, 2005).

Conforme HAYASHI et al. (1999), mais de 90% dos alimentos utilizados são grãos ou subprodutos vegetais, sendo o milho a fonte energética e o farelo de soja a fonte protéica mais utilizadas nas formulações de rações para peixes onívoros. Estes produtos podem ser substituídos total ou parcialmente por alimentos alternativos, para reduzir o custo de produção, principalmente na entressafra.

Os alimentos alternativos geralmente substituem os alimentos padrões. Nas diferentes regiões do Brasil existem diversos alimentos com potencial de utilização na alimentação de Tilápias do Nilo como alimentos alternativos (RIBEIRO et al, 2005).

Segundo PEZZATO et al. (2001), a substituição de determinados produtos e subprodutos da agroindústria, empregados como ingredientes nas rações dos peixes, por produtos sucedâneos, tem se apresentado como prática econômica alternativa.

Teoricamente, a ração é composta por alimentos protéicos e energéticos, os quais se apresentam com preços não muito flexíveis. Dessa forma, toda vez que houver elevação do preço de um alimento base como o milho ou a soja, terá equivalente valorização o alimento sucedâneo (PEZZATO et al., 2009).

Assim, estudos voltados para o conhecimento de alimentos considerados alternativos, produtos ou co-produtos, que possam substituir parcialmente os ingredientes tradicionais nas dietas de animais não ruminantes, tornam-se imprescindíveis.

No intuito de reduzir o custo de produção tem sido realizado, nas instituições de pesquisa no Brasil, grande número de experimentos que testam alimentos não convencionais ou alternativos, para aves, suínos e peixes. É necessário primeiramente pesquisar as informações nutricionais dos alimentos (composição química, energia, digestibilidade, restrições, fatores antinutricionais, etc.), para que os nutricionistas possam incluí-los nos bancos de dados e formularem rações comerciais de mínimo custo (ROSTAGNO et al., 2008).

Entre os alimentos alternativos de origem vegetal mais investigados pelos pesquisadores estão: o sorgo, o triticale, o milheto, a algaroba, o urucum e o farelo de resíduo de tomate como fontes energéticas e farinha de folhas ou de semente de leucena, a torta de dendê, o farelo de canola, algodão, a levedura desidratada de álcool e mandioca, como fonte protéica. Já o farelo de coco pode ser utilizado tanto como fonte energética ou como fonte protéica (SANTOS et al., 2009).

Diante da possibilidade da utilização de diversos alimentos alternativos o conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos alimentos e dos nutrientes permite a formulação de rações que melhor atendam as exigências nutricionais, evitando tanto a sobrecarga fisiológica quanto a ambiental, permitindo dessa forma cada vez mais a aproximação do ótimo biológico ao ótimo econômico. (PEZZATO, 2009).

2.3. Urucum

O urucuzeiro (*Bixa orellana*) é uma árvore que pode atingir até 6 metros de altura, são arvoretas da família das bixáceas nativas na América tropical com grandes folhas de cor verde-claro e flores rosadas. Os frutos são cápsulas armadas por espinhos maleáveis, que tornam-se vermelhas quando maduras. Então, abrem-se revelando pequenas sementes de cor avermelhada, dispostas em série, envolvidas por arilo vermelho e suas sementes são comumente usadas como corante natural.

No Brasil, a tintura de urucum em pó é conhecida como *colorau*, é usada na culinária para realçar a cor dos alimentos. O urucum tem sido o corante mais utilizado pela indústria nacional, representando cerca de 90% dos corantes naturais usados no Brasil e 70% no mundo (TOCCHINI e MERCADANTE, 2001). As principais aplicações dos corantes à base de urucum nas indústrias alimentícias são: no setor de embutidos, nas indústrias de laticínios (queijo tipo Prato, manteiga), nas indústrias de sorvetes e confeitarias e estima-se que mais de 2,8 toneladas por ano sejam consumidas em outros alimentos e em outras aplicações não alimentícias (cosméticos e farmacêuticos) (FRANCO, 2002).

A produção brasileira de urucum em 2002 foi de 11.582 toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor com 2.058 toneladas, seguido da Bahia com 1.991 toneladas, Rondônia com 1.757 toneladas, Pará com 1.498 toneladas e Paraná com 1.058 toneladas (IBGE, 2004). Sendo que desse total, 60% são destinados a fabricação de colorífico, 30% a fabricação de corantes e 10% a exportação.

A Paraíba já liderou o ranking nacional com 48% da produção (IBGE, 1989), esse Estado implementou em 2001 o Programa de Revitalização do Urucuzeiro, obtendo um aumento de área plantada superior a 70%. As metas preconizadas pelo programa se referem à introdução de mudas de elevado potencial genético, as quais proporcionarão entre o 5º e o 6º ano, tempo da estabilização da cultura, um aumento na produtividade do estado paraibano de 80% (SILVA et al., 2008), beneficiando cerca de 400 produtores rurais, em 23 municípios: Guarabira, Alagoinha, Araçagi, Cuitégi,

Pirpirituba, Pilões, Pilõezinhos, Alagoa Grande, Areia, Bananeiras, Solânea, Serraria, Borborema, Duas Estradas, Sertãozinho, Itapororoca, Mamanguape, Alhandra, Mataraca, Serra da Raiz, Lagoa de Dentro, São Sebastião de Lagoa de Roça e Lagoa Seca, situados nas microrregiões geográficas de Guarabira, Brejo paraibano e Litoral paraibano

Atualmente, o cultivo do urucuzeiro concentra-se principalmente, nos municípios de Araçagi, Areia, Belém, Alagoinha, Pirpirituba, Duas Estradas, Alagoa Grande, Serra da Raiz, Lagoa de Dentro e Guarabira, que é centro polarizador de toda a comercialização. Considerada como cultura de fundo do quintal, os seus plantadores, na sua grande maioria, são constituídos por pequenos produtores, possuindo módulos de terra de até 20 hectares.

Entre os principais constituintes químicos do urucum, se encontram ácidos graxos saturados e insaturados, açúcares, cálcio, celulose, ferro, fosfolípidos, fósforo, orelina, potássio, proteínas, saponinas, taninos, vitaminas A, B2 e C. Os principais componentes carotenóides do urucum são a bixina, metil-bixina, nor-bixina, trans-bixina, β -caroteno, luteína, criptoxantina, zeaxantina. Basicamente são dois compostos: bixina e norbixina (ou orelina). A bixina possui cor vermelho-alaranjada, é solúvel em álcool, óleos e gorduras, e insolúvel em água. A norbixina, de coloração amarela, é solúvel em água, clorofórmio, soluções alcalinas e óleos vegetais e animais. A composição do arilo (substância que reveste a semente do urucum), de onde se extraem as substâncias corantes, é bastante complexa (CARVALHO, 1990; AMBROSIO et al., 2006; MELENDEZ, 2004).

Em um experimento para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, da energia e da proteína do farelo de urucum, em suínos na fase de crescimento (UTIYAMA, 2001), determinou que a energia e a proteína digestíveis foram de 2365 kcal/kg e 8,80% respectivamente, e que em relação a dieta à base de milho e farelo de soja, o farelo de urucum pode ser incluído até o nível de 10%, sem influenciar o desempenho de suínos em crescimento.

Determinando a composição bromatológica deste subproduto oriundo da extração dos pigmentos do Urucum, WURTS e TORREBLANCA (1983) encontraram valores de 13,70% de Proteína Bruta, 14,40% de Fibra Bruta, 1,4% de Extrato Etéreo e 5,9% de Matéria Mineral. Trabalho realizado por OLIVEIRA (2004) mostram resultados semelhantes: Proteína Bruta 10,8% e 11,50%, Fibra Bruta 12,6%, Extrato

Etéreo 4,8% e Cinzas 4,6%. PEZZATO et al. (2004) relata valores aproximados para Proteína Bruta (11,5%), Extrato Etéreo (5,0%) e Materia Mineral (5,0%).

Após a extração da bixina, o subproduto do urucum apresenta a seguinte composição bromatológica: 85,08% de matéria seca, 14,57% de proteína bruta (PB), 55,91% de fibra em detergente neutro (FDN), 23,39% de fibra em detergente ácido (FDA), 2,90% de extrato etéreo (EE) e 32,52% de hemicelulose, com base na MS (GONÇALVES et al., 2004).

Para a fabricação de rações, esta pode ser uma fonte alternativa e economicamente viável na suplementação de rações, tornando-se uma fonte lucrativa para as indústrias que o obtém como subproduto.

2.4. Digestibilidade

A análise química e os testes alimentares são os primeiros itens para determinar o valor nutritivo de um alimento (PEZZATO, 2004). Entretanto, após a ingestão, a efetiva assimilação do alimento depende do uso que o organismo animal esteja capacitado a executar (MAYNARD e LOOSLY, 1966). As espécies animais assimilam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada através da determinação de seus coeficientes de digestibilidade (ANDRIGUETO et al., 1982). Ainda segundo esses autores, a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo.

O crescente desenvolvimento da tilapicultura no Brasil e no mundo traz consigo a necessidade de se formular dietas que possibilitem uma maior eficiência produtiva. Para a produção de rações com essas características é necessário o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes e da energia dos principais ingredientes que possam compor uma ração, bem como das exigências nutricionais para espécie e fase de vida a qual desejamos produzir (FURUYA, 2000). Dessa forma as tilápias tem se destacado nos estudos envolvendo a digestibilidade da energia e nutrientes de fontes alternativas de origem animal (SANTOS et al., 2009).

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (FURUYA et al., 2001). Dessa forma, quanto mais digestível for um nutriente, maior será a sua disponibilidade.

Segundo PEZZATO et al. (2002), várias metodologias e estruturas têm sido utilizadas para determinar os coeficientes de digestibilidade de ingredientes e rações para peixes. Dentre os métodos mais empregados, destacam-se: a) aquário coletor provido de válvula para concentração de fezes, b) extrusão do conteúdo final do intestino, c) dissecação da porção distal do intestino, d) sucção mecânica anal e e) captação das fezes liberadas no aquário. Em análise desses métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente o mesmo autor conclui que na porção distal do intestino ocorre significativo processo de absorção da dieta, portanto, o método da dissecação subestima a digestibilidade do material colhido, dessa forma os coeficientes de digestibilidade medidos pelo método indireto, com fezes colhidas nos aquários de coleta, são mais confiáveis.

MORALES et al. (1999) afirmam que a determinação do alimento consumido e a coleta total das fezes é dificultada pelo meio aquático, por isso, tem sido usado, preferencialmente, o método indireto de determinação de digestibilidade. De acordo com ZIMMERMANN e JOST (1998), a metodologia direta está sujeita a erros, sendo difícil determinar com precisão o quanto foi ingerido e excretado. A utilização do método indireto se elimina a necessidade de coleta de toda a excreta e permite que os peixes comam à vontade (NRC, 1993).

O método indireto de coleta de fezes é composto por um aquário cilíndrico de fibra de vidro com o fundo cônico, no qual as fezes que decantam no aquário são conduzidas por tubulações externas, onde são depositadas em tubos acoplados na extremidade inferior (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Nesse método utiliza-se um marcador que é incluso na dieta nas concentrações de 0,5 a 1,0 %, que depois é avaliado nas fezes, o marcador mais usado é o óxido de cromo (Cr_2O_3), mais outros marcadores também podem ser utilizados (NRC, 1993), porém para que um indicador seja considerado ideal, é necessário que seja completamente indigestível e não absorvível, insolúvel em água, não ter ação farmacológica e passar uniformemente no aparelho digestivo, ter fácil e rápida determinação química e de preferência ser constituinte natural da dieta (GODDARD e MCLEAN, 2001).

Utilizando o óxido de cromo, a digestibilidade aparente segundo NOSE (1966), é estimada através da seguinte equação:

$$CDA = 100 - \left[100 \cdot \left(\frac{\% I_r}{\% I_f} \right) \cdot \left(\frac{\% N_f}{\% N_r} \right) \right]$$

Em que:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

%I_r e %I_f = % Indicador na dieta e nas fezes, respectivamente;

%N_f e %N_r = % de nutriente nas fezes e na dieta, respectivamente.

A substituição parcial ou total de alguns ingredientes usualmente utilizados nas fábricas se rações para peixes por determinados resíduos agroindustriais, ou seja, produtos não destinados ao consumo humano, tem se apresentado como prática econômica alternativa. O estudo com a digestibilidade destes alimentos alternativos vem sendo estudada por diversos autores e vários apresentam resultados efetivos nesta área do conhecimento da nutrição animal (SILVA, 2011).

2.5. Enzimas Exógenas

Em estudos da nutrição de peixes ainda não bastam apenas o conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos alimentos, são necessários mais análises para aumentar esses coeficientes por meio do processamento adequado dos alimentos, inclusive aqueles de difícil digestão, como ocorrem com algumas espécies quando alimentadas com dietas ricas em carboidratos e proteínas de origem vegetal (SILVA et al., 2007).

Ainda conforme o referido autor, atualmente por meio de técnicas de recombinação genética e mutações, a biotecnologia tem possibilitado a produção industrial de enzimas exógenas específicas, utilizando diversos tipos de fungos, bactérias e plantas e tem trazido benefícios no cultivo animal. O uso de enzimas digestivas exógenas tem despertado atenção para a sua inclusão em rações na aquicultura. No mercado brasileiro enzimas industriais podem ser adquiridas e têm sido introduzidas como suplemento em ração animal.

São encontrados vários tipos de enzimas com substratos de ação diferentes, assim como complexos enzimáticos compostos por diversas enzimas. Dentre as principais funções da suplementação com enzimas exógenas nas rações dos animais monogástricos, destacam-se: a remoção ou destruição de fatores antinutricionais presentes nos alimentos de origem vegetal, o aumento da digestibilidade das dietas, a potencialização da ação das enzimas endógenas e a redução da poluição ambiental causada pela excreção de nutrientes (GARCIA et al., 2000).

De acordo com SIGNOR (2008), as enzimas exógenas permitem aumentar a digestibilidade dos nutrientes, melhorando o desempenho produtivo de peixes e reduzindo a excreção de nutrientes. Podem também reduzir os custos com alimentação, pelo baixo valor de aquisição e por serem incluídas em pequenas quantidades nas dietas. Enzimas também têm sido utilizadas com o objetivo de incorporar matérias primas de menor qualidade às rações de animais domésticos (NERY et al., 2000) e peixes (NG et al., 2002), propiciando menor impacto causado por dejetos e aproveitamento de ingredientes disponíveis a cada região.

GUIMARÃES et al. (2009) relata que para se obter alta eficiência produtiva a custos baixos, é necessário melhoria na utilização das dietas e maior variedade de ingredientes que possam ser utilizados nas formulações. Os produtores de ração, assim como os produtores de peixe, são altamente dependentes do custo dos ingredientes, bem como do seu valor nutritivo. Nesse sentido, pesquisas têm procurado solucionar estes problemas por meio do estudo do valor nutritivo de ingredientes, assim como de aditivos alimentares que possam melhorar o valor nutricional desses ingredientes ou das dietas por eles compostas, reduzindo também a eutrofização do meio. Podendo-se supor que as enzimas auxiliam a digestibilidade dos nutrientes e reduzem-se as eliminações de excretas na água (MORA-JAÍMES et al., 2002).

Enzimas em sua grande maioria são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem elas próprias alteradas nesse processo (CHAMPE e HARVEY, 1989). São altamente específicas para os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos. As enzimas digestivas têm um sítio ativo que permite que elas atuem na ruptura de determinada ligação química sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade (PENZ JÚNIOR, 1998). Os complexos enzimáticos atuam rompendo as paredes celulares (TORRES et al., 2003).

Os ingredientes de origem vegetal mais utilizados em rações para animais não ruminantes são relativamente ricos em amido e proteína, mas contêm componentes não digestíveis presentes na parede celular, como os polissacarídeos não-amiláceos (PNAs), os oligossacarídeos e outros não-carboidratos (glicoproteínas, ésteres fenólicos, lignina) (SIGNOR, 2008). OLIVEIRA et al. (2007) descrevem que os PNAs exercem um efeito barreira à ação de enzimas hidrolíticas ao aprisionarem as moléculas de amido e/ou outros nutrientes (como as proteínas das paredes celulares) no interior das células do endosperma e que os tratamentos térmicos não são capazes de liberar totalmente os

nutrientes não digestíveis de ingredientes de origem vegetal. As ligações covalentes entre os PNAs e a lignina limitam a digestibilidade dos polissacarídeos quando ingeridos por animais não ruminantes (FISCHER et al., 2002).

Avaliando o uso de complexo enzimático contendo celulase, protease e amilase sobre a digestibilidade de exemplares juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), nos níveis de 0,0; 0,025; 0,050; 0,075 e 1,0% de inclusão, OLIVEIRA et al. (2007), observaram efeito quadrático nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, com valores de 0,0495; 0,051 e 0,0498%, respectivamente, com melhores resultados para o nível de 0,05%. Esta mesma tendência foi comprovada por OGUNKOYA et al., (2005) que observaram efeitos positivos sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, lipídios, fósforo e energia, quando avaliaram a incorporação de farelo de soja e um complexo enzimático composto por xilanase, amilase, celulase, protease e β -glucanase na dieta de truta arco íris *Oncorhynchus mykiss*. No entanto, STONE et al. (2003) avaliaram o complexo enzimático composto por β -glucanase e xilanase, que atuam especificamente sobre os polissacarídeos não amiláceos, em rações para perca prateada *Bidyanus bidyanus* e relatam não terem observado diferença na matéria seca, proteína e energia das rações.

A escolha da enzima celulase para compor os complexos enzimáticos pode ser fator preponderante para obtenção de resultados positivos sobre a digestibilidade aparente de matéria seca e proteína bruta, principalmente sobre a energia bruta (OLIVEIRA et al., 2007). A celulase destaca-se como a mais importante no grupo de enzimas, pois degrada as paredes celulares das plantas (SAHA et al., 2006).

A fibra presente nos alimentos é composta principalmente por celulose, um polímero de glicose com ligação glicosídica β -1,4 (SAHA et al., 2006). Possivelmente, a atuação da enzima celulase sobre a celulose, proporcione maior contribuição energética da fibra bruta em relação a energia total da dieta, bem como, menor tempo de retenção do bolo alimentar pelo trato digestório, o que poderia refletir positivamente no desempenho dos peixes (OLIVEIRA et al., 2007).

Pesquisas envolvendo enzimas exógenas em dietas para peixes demonstram que os coeficientes de digestibilidade apresentam respostas positivas e crescentes até determinado nível de inclusão, posteriormente, os valores estabilizam ou apresentam declínio (OLIVEIRA et al., 2007). Portanto, é importante determinar qual o nível ideal

de inclusão de cada composto enzimático disponível no mercado, em rações para peixes.

NUNES et al. (2006) avaliaram a inclusão de um complexo enzimático composto por amilase, lipase e protease sobre o desempenho de tambaqui *Colossoma macropomum* e relataram que as enzimas exógenas amilase e lipase influenciam no desempenho zootécnico nos níveis de inclusão de 0,05 e 0,2%, respectivamente, não ocorrendo o mesmo para a protease.

No entanto, para as enzimas serem utilizadas na alimentação de não ruminantes devem resistir e conservar sua atividade depois dos processos de fabricação e digestão, que pelos quadros registra-se a estrutura molecular das enzimas bastante frágil e, conseqüentemente, pode ser desnaturada por calor, álcalis, metais pesados e outros agentes oxidantes (GRAHAM e INBORR, 1991).

DIAS et al. (2002) avaliaram a protease sobre diferentes períodos (0; 0,5; 1; 5; 10 e 15 minutos) de incubação a temperatura de 80°C e tratamentos com diferente pH (5,0; 2,3 sem pepsina e 2,3 com pepsina). Segundo o mesmo autor não foi observado influência do tempo de exposição à temperatura demonstrando que esta enzima permanece ativa após o processo de peletização e somente o abaixamento do pH foi suficiente para inativá-la parcialmente, uma vez que apenas 64,7% da enzima manteve sua atividade original.

Diante do exposto é importante desenvolver uma metodologia de processamento adequada e/ou utilização de aditivos as rações que maximizem a disponibilidade dos nutrientes oferecidos aos peixes, permitindo assim, melhorar o crescimento, reduzir o tempo de cultivo e aumentar a produção da aquicultura. Com o aproveitamento dos nutrientes das rações pelos peixes, reduz-se a excreção de nutrientes ao meio aquático, reduzindo assim a poluição ambiental conseqüentemente aumentando a capacidade de suporte dos atuais sistemas de produção (SIGNOR, 2008).

3. MATERIAL E METODOS

O ensaio foi conduzido no Setor de Piscicultura, do Departamento de Zootecnia, no Campus II da Universidade Federal da Paraíba, utilizando 60 juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de linhagem GIFT, revertidas sexualmente na fase inicial, com peso vivo de aproximadamente $100,0 \pm 10,0$ g.

Os animais foram distribuídos em quatro caixas d'água com capacidade para 350 litros, equipadas com aquecedores e aerados. Em cada caixa d'água, os peixes foram mantidos em tanques-rede de formato circular, confeccionados com tela plástica, contendo 15 peixes em cada. Esses foram utilizados para abrigar os peixes e facilitar o manejo de alimentação e coleta de fezes, conforme PEZZATO et al. (2002).

Os peixes foram mantidos em caixas d'águas durante todo o dia e receberam alimentação à vontade em pequenas frações das 8:00 às 17:00h, por meio de arrasto manual. Após a última fração de alimento os peixes foram removidos para incubadoras de fibra de vidro de fundo cônico (Figura 1) com capacidade de 180 litros adaptadas para coletas de fezes, que ocorria no dia seguinte.



Figura 1. Incubadoras de fibra de vidro de fundo cônico adaptada para coleta de fezes.

As determinações da digestibilidade aparente das rações foram feitas de acordo com o NRC (1993) pelo método indireto de coleta de fezes, utilizando 0,2% de óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo, uma dieta prática como referência (Tabela 1) e três dietas teste contendo 0,033; 0,066 ou 0,099% do complexo enzimático (Allzyme

SSF[®]), composto por levedura seca, amilase, protease e celulase, fornecido pela empresa Alltec do Brasil Agroindustrial Ltda. As dietas foram compostas por 70% da dieta-referência e 30% do farelo de urucum como fonte alternativa regional a ser testado com adição do complexo enzimático no respectivo nível de inclusão de acordo com o tratamento referente.

Na Tabela 1 está descrito a composição percentual dos alimentos utilizados na composição na dieta referência para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente em tilápias.

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para a Tilápia do Nilo.

Ingredientes	%
Milho	58,34
Glúten de milho	17,26
Farelo de Soja	17,17
Óleo de soja	2,70
Fosfato bicálcico	2,67
L-Lisina HCL	0,90
Sal comum	0,50
Calcário	0,15
L-Treonina	0,12
L-Triptofano	0,08
DL-Metionina	0,05
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50
BHT ²	0,01
Oxido de Cromo ³	0,2
Total	100,00
Composição Calculada dos Nutrientes	
Energia digestível(kcal/kg)	3.200
Proteína bruta	27
Matéria seca	91,71
Fibra bruta	2,33
Cálcio	0,8
Fósforo disponível	0,6
Lisina total	1,5
Met+Cis total	0,92
Met.total	0,51
Treonina Total	0,98

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K₃, 2.400mg; Vit. B₁, 4.800mg; Vit. B₂, 4.800mg; Vit. B₆, 4.000mg; Vit. B₁₂, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg; ²Butil-Hidroxi-tolueno (antioxidante); ³Cr₂O₃ (indicador).

Os alimentos alternativos adquiridos foram analisados juntamente com os demais ingredientes da ração basal. As análises de Matéria seca (MS), Energia Bruta (EB), Fibra Bruta (FB), Proteína Bruta (PB) e Cinzas (CZ) foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, de acordo com a metodologia de SILVA e QUEIROZ (2002). As leituras de Óxido de cromo foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Minas Gerais. As análises químicas foram determinadas segundo as recomendações da AOAC (1995) e a avaliação do óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador foi realizada pelo método descrito por (SILVA, 1990).

Para confecção da dieta, todos os alimentos foram moídos em moinho faca e peneira de 0,5 mm de diâmetro, posteriormente pesados e homogeneizados os ingredientes, adicionado óxido de cromo, em seguida foram pulverizados com água (60°C) na proporção de 12% de seu peso total e, em seguida, agregadas em diâmetro de 8 mm em moedor de carne e desidratadas em estufa de ventilação forçada (55°C), durante um período de 24 horas.

A água das caixas e das incubadoras foram mantidas sob aeração constante através um soprador central com pedra porosa acoplada, para manter o oxigênio dissolvido constante. A temperatura da água foi mantida constante com o uso de dois termostato de 300W de potência. As variáveis físicas e químicas da água (pH, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura) das caixas e incubadoras foram monitoradas diariamente pela manhã e à tarde. A renovação de água do aquário de coleta de fezes realizada diariamente às 8:30 e às 17:30 horas utilizando-se água proveniente de um reservatório de 5000L.

Após sete dias de aclimação às condições locais e adaptação das rações testes, foi realizada a primeira coleta de fezes, totalizando quinze dias de amostras de fezes coletadas, as quais foram armazenadas a -4°C para posterior análise. O material coletado foi então desidratado em estufa de ventilação forçada à temperatura de 55°C durante 24 horas. Após secagem, o material foi moído em moinho bola, identificado e armazenado em refrigerador para posterior análise.

Os peixes foram arraçoados em intervalos de duas horas, das 8:00 às 17:00 horas, manualmente até saciedade aparente, onde não é mais observada captura dos

grânulos fornecidos durante o seu deslocamento da superfície até o fundo das caixas d'água.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, e energia da dieta foram determinados de acordo com a expressão descrita por Nose (1960). Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes dos alimentos serão calculados de acordo com a fórmula descrita por CHO e SLINGER (1979):

$$CDA = \frac{CDA_{DT} - CDA_{DR} \cdot x}{y}$$

Em que:

CDA = *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes;*

CDA_{DT} = *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta teste;*

CDA_{DR} = *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta referência;*

x = *proporção da dieta referência;*

y = *proporção do ingrediente teste.*

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos da água nos tanques de alimentação, medidos pela manhã, apresentaram valores dentro dos exigidos para o cultivo da tilápia de acordo com KUBITZA (2000), portanto, possivelmente não influenciaram nos resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais. Os valores médios de temperatura, pH, amônia e oxigênio dissolvido da água das caixas foram 26,6°C; 6,77; 0,008mg/L e 5,8mg/L respectivamente.

Os valores da composição química do farelo da semente de urucum estão presentes na tabela 2.

Tabela 2. Composição química em Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Extrato etéreo (EE), Cinzas (CZ) e Energia Bruta (EB) do farelo de semente de urucum (FSU).

Ingrediente	MS	PB	FB	EE	CZ	EB
	%					kcal/kg
FSU	93,89	11,90	41,86	10,05	5,55	5.146

Valores expressos em 100% da Matéria Seca

UTIYAMA (2001), trabalhando com sementes de urucum na ração de suínos, encontrou um valor superior a esse estudo para proteína bruta (14,73), e inferior para matéria seca (86,71) e energia bruta (3.743 kcal). Entretanto GARCIA et al.(2009), encontraram valores semelhantes para proteína bruta (12,99) e matéria seca (91,32) e inferiores para fibra bruta (2,34) e extrato etéreo (5,0).

A composição bromatológica é pouco variável nos trabalhos que utilizaram a semente *in natura*, da mesma forma nos trabalhos com o uso do resíduo de semente processada de urucum.

Avaliando a composição nutricional do resíduo da semente de urucum SILVA et al. (2005) encontraram valores próximos do farelo da semente do urucum do presente trabalho para: proteína bruta (12,5%) e energia bruta (4.400 kcal).

Os valores médios (%) dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e Energia Digestível aparente (EDa) do farelo da semente de urucum (FSU) e ração da referência encontram-se na Tabela 4.

Tabela 3. Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), proteína bruta (CDaPB) e da energia digestível do alimento avaliado.

Nível de complexo enzimático	CDa%		
	MS ¹	PB ²	ED ³
0,000%	41,26	75,82	55,62
0,033%	76,04	91,81	78,40
0,066%	12,54	72,18	14,05
0,099%	24,72	71,98	38,74

Os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB e ED (Tabela 3) da ração contendo 0,033% de inclusão do complexo enzimático testado apresentam-se superiores com relação aos outros níveis de inclusão testados. Dessa forma o mesmo confere-se com excelente os valores (%) dos coeficientes de digestibilidade encontrados no presente estudo, quando normalmente em pesquisas de digestibilidade com tilápias são utilizados rações compostas com alimentos de origem vegetal com baixa digestibilidade.

Os valores da composição química das rações utilizadas estão presentes na tabela 4.

Tabela 4. Composição química analisada das rações experimentadas com diferentes níveis de inclusão do complexo enzimático.

Composição	Complexo enzimático (%)			
	0,0	0,033	0,066	0,099
Matéria seca (%)	96,17	91,82	93,22	91,73
Proteína bruta (%)	22,50	27,13	27,0	29,99
Energia bruta kcal/kg	4.639	4.517	4.463	4.824
Extrato etéreo (%)	9,02	8,09	7,03	8,57
Fibra bruta (%)	5,21	8,4	13,05	9,6
Cinzas (%)	8,95	5,08	4,94	4,97

A interferência da fibra bruta (13,05%) observada na dieta com 0,066% de inclusão do complexo enzimático (tabela 4) na digestibilidade aparente da MS, PB e ED deve-se ao fato de esta alterar a taxa de esvaziamento gástrico, por atuar na atividade das enzimas digestivas, pela captação de micelas de lipídeos, e graças a sua interação com a superfície da parede intestinal, interfere na absorção de nutrientes (MADAR e THORME, 1987).

A dieta com a adição de 0,033% do complexo enzimático pode ter aumentado o CDA da PB, MS e ED, por ter proporcionado a maior superfície de contato do substrato com a enzima e consequentemente melhorar a digestão dos carboidratos e lipídeos associados a proteína da ração.

OLIVEIRA et al. (2007) concluíram que a inclusão de um complexo enzimático composto por celulase, protease e amilase (Allzyme Vegpro-Alltech) nos níveis de 0; 0,025; 0,050; 0,075 e 0,1% em dietas formuladas com ingredientes de origem vegetal para tilápias teve efeito quadrático no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, correspondente a 0,049; 0,052 e 0,049% de inclusão, respectivamente, e que o coeficiente de digestibilidade aparente do amido, cálcio e fósforo aumentou com a inclusão de 0,05%.

Os resultados encontrados são comparáveis aos relatados por SILVA et al. (2007), que avaliaram o efeito da digestibilidade aparente dos nutrientes e energia da ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui, onde constataram que entre os quatro níveis de inclusão testados (0,0; 0,05; 0,10; e 0,15 %), o que contribuiu para o aumento da digestibilidade foi o nível de inclusão de 0,05%. Esse autor afirmou ainda que a presença da celulase no complexo enzimático pode ter sido um fator em destaque nos resultados alcançados, uma vez que podem ser explicados levando-se em consideração que essa enzima tem ação na degradação dos constituintes das paredes celulares presentes nos ingredientes da ração à base de produtos vegetais, que em conjunto com as xilanases e glucanases, constituem as principais enzimas de degradação dos PNAs (Polissacarídeos Não- Amiláceos), as quais não são sintetizadas pelos não-ruminantes, tornando biodisponíveis os monômeros de carboidratos, proteínas e lipídios das células vegetais para os peixes.

Os resultados observados nesse estudo diferem de GUIMARÃES et al. (2009), que trabalhando com níveis crescentes de inclusão de complexo enzimático constatou que os CDA da fração de PB foi crescendo com a adição do produto testado. GARCIA

et al. (2000) entretanto não observaram efeito da adição de complexo enzimático em dietas práticas à base de milho e soja para frangos de corte.

Segundo OLIVEIRA (2007), na maioria das pesquisas envolvendo a adição de enzimas exógenas em dietas para peixes, os coeficientes de digestibilidade aparente apresentam respostas positivas até um determinado nível de inclusão, demonstrando uma tendência de estabilização ou declínio, o que foi observado nos resultados obtidos nos níveis 0,066% e 0,099% desse estudo. Esse mesmo autor avaliou os efeitos da suplementação de ração com um complexo enzimático contendo celulase, protease e amilase sobre a digestibilidade de nutrientes em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O autor concluiu que a adição do complexo enzimático à ração, composta à base de farelo de soja e milho, melhora o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, amido, cálcio e fósforo, no nível de 0,05%, o que corrobora com os resultados apresentados.

De acordo com GUIMARÃES et al. (2009) nem sempre a suplementação de enzimas digestivas proporciona resposta positiva. Para a enzima atuar, faz-se necessária que haja o substrato específico na dieta e a dosagem correta de enzimas e que a capacidade das enzimas ultrapasse as barreiras presentes no estômago – baixo pH e ação das enzimas proteolíticas como a pepsina – e a temperatura à qual a ração é submetida durante a peletização.

OGUNKOYA et al. (2005) observaram influência de um complexo enzimático composto por amilase, xilanase, protease, celulase e α -galactosidase em dietas para truta *Oncorhynchus mykiss*, que aumentaram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, lipídios, fósforo e energia. STONE et al. (2003), no entanto, não observaram esse mesmo efeito quando suplementaram dietas com α -galactosidas e xilanase para o *silver perch* (*Bidyanus bidyanus*).

Na maioria das pesquisas envolvendo a adição de enzimas exógenas em dietas para peixes, os coeficientes de digestibilidade aparente apresentaram respostas positivas e crescentes até determinado nível de inclusão e, a partir desse ponto, demonstraram tendência de estabilização ou declínio. Um comportamento parecido foi observado neste estudo, portanto, a concentração excessiva de enzimas pode ter influência negativa sobre a digestibilidade dos nutrientes.

5. CONCLUSÃO

O complexo enzimático constituído de amilase, protease e celulase, quando adicionado à ração de juvenis de tilápia ao nível de 0,033%, melhora a digestibilidade aparente dos nutrientes e energia digestível da ração contendo 30% do farelo da semente de urucum.

5. REFERENCIAS

AMBRÓSIO, C.L.B, CAMPOS, F.L.B, FARO, Z,P. Caratenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. Revista Nutrição. PUCCAMP, v.12, p.233-243p, 2006.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. A. Nutrição Animal. Vol. 1, Ed. Universidade do Paraná-PR, Nobel., 395p, 1982.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). Pepsin digestibility of animal protein feeds. In: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL, Virginia. Ed. Patricia Cunniff, cap. 4. p.15-16, 1995.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J.R. *Aqüicultura – uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo*. Curitiba: grupo integrado de aquicultura e estudos ambientais. Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.165-178, 2003.

CAMPO, L.F.C. LA TILAPIA ROJA: una evolucion de 26 años, de la incertidumbre al exito. México, 2008. 147p.

CARVALHO ,P.R.N,. Extração e utilização do corante de urucum. In: São José, A,R., REBOUÇAS, T.N.H. A cultura do urucum no Brasil. Vitória da Conquista BA,UESB, p.69-76, 1990.

CASTAGNOLLI, N. Criação de peixes de água doce. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

CASTAGNOLLI, N. Aqüicultura para o ano 2000. Brasília: CNPq. p. 95,1996.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Enzimas. In: *Bioquímica ilustrada*. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1989. p.53-66.

CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S.; CAMPERO, D. C. F. Os hábitos alimentares e os tipos de alimento da tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9., 1996, Piracicaba. *Resumos...* Piracicaba: ABRAq, 1996. p.106.

CHO, S.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurements in feedstuffs for rainbow trout. In: HALVER, J.E.; TIEWS, K. (Ed.). *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Berlin: Heenemann, p. 234-247, 1979.

CYRINO, J.E.; CONTE, L.; Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). *AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 2006.

DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). *Aquacult. Fish. Manage.*, Amsterdam, v. 22, p. 397-403, 1991.

DEGANI, G., VIOLA, S., YEHUDA, Y. 1997. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*). *Israeli J. Aquac.*, v.49, p.115-123, 1997

DIAS, J.C.C.A. et al. Avaliação da estabilidade *in vitro* de uma protease comercial. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.54, n.6, p.618-622, 2002.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, v.179, p.149-168, 1999.

FAGBENRO, O.A. Apparent digestibility of various legume seed meals in Nile tilapia diets, *Aquac. Intern.*, v.6, p.83-87, 1998.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Estatísticas da aquicultura de 2010. Disponível em:< <[http://www.fao.com.br/ estatística](http://www.fao.com.br/estatística)>. Acesso em 21 setembro 2010.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century. In: PROCEEDINGS FROM THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.3-8.

FISCHER, G. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.402-410, 2002.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C.; FILHO, J. C.; NETO, M. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINELLI, I. E. C. *Urucuzeiro agronegócios de corantes naturais*. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 120 p.

FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2000. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; FURUYA, V. R. B.; BARROS, M. M. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). *Acta Scientiarum Maringá*, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001

FURUYA, W.M. Tabelas Brasileiras para a Nutrição de tilápias. p.19, 2010.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, p.1414-1426, 2000.

GARCIA,E.A et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras convencionais alimentados com sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. Vet e Zootecnia, p.689-697, v.16, n.4, 2009.

GODDARD, J.S.; McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia (*Oreochromis aureus*). Aquaculture, v. 194, p. 93-98, 2001.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; SÁ, C.R.L. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo com diferentes níveis de adição do subproduto de sementes do urucum (*Bixa orellana* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004.

GONZÁLEZ, C.E.; QUEVEDO, E.T. Cultivo de las tilápias roja (*Oreochromis* spp.) y plateada (*Oreochromis niloticus*), cap.XIII. p. 283-299. GOMEZ, H.R.; DAZA, P.V.; AVILA, M.C.C. Fundamentos de Acuicultura Continental. Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, 2001, 423p.

GRAHAM, H.; INBORR, J. Enzymes in monogastric feeding. Agro Industry Hi-tech., v. 2, n. 1, p. 45-48, 1991.

GUIMARAES, I.G. et al. Digestibilidade aparente de rações contendo complexo enzimático para tilápia-do-nilo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.61, n.6, pp. 1397-1402, 2009.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs in the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture, v.66, p.163-179, 1987.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum.* 1999. 733- 737p.

HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. Boletim do Instituto de Pesca, v.22, p.73-87, 1995.

HISANO, H.; PORTZ, L. *Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína*. Bahia Agríc., v.8, n. 1, nov. 2007

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Municipal Agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2002/default.shtm> Acesso em: 10 de maio de 2012.

KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. Feed International, v.6, p.16-18, 1997.

KUBITZA, F. *Nutrição e alimentação dos peixes*. Piracicaba- SP 74p (1997).

KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 1ª ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2000. 289p.

LANNA, E. A.T.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M.; VICENTINI, C. A.; CECON, P. R.; BARROS, M. M. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.2177-2185, 2004.

MADAR, Z.; THORNE, R. Dietary fiber. Progress in Food and Nutrition Science, v. 11, n. 2, p. 153-174, 1987.

MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K. *Nutrição Animal*. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1966.

MELLENDEZ, A.J, Importância nutricional de los pigmentos carotenóides. Arch Latino Nutr. v.54, 149-155p, 2004.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R; Soares, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia. 31(2): 566 – 573, 2002.

MINISTERIO DA PESCA E AQUICUTURA (MPA). Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil 2008-2009. Disponível em: <http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuario_da_pesca_completo.pdf>, acesso em 08/05/2012.

MORA-JAÍMES, G.; BÁCENA-GAMA, R.; MENDOZAMARTÍNEZ, G.D.; GONZÁLES-MUÑOZ, S.S.; HERRERAHARO, J.G. Respuesta productiva y fermentación ruminal em borregos alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. Agrociencia, v.36, p.31-39, 2002.

MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A. et al. Re-evaluation of crude fiber and acid-insoluble ash as intermarkers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, v.179, p.71-79, 1999.

NERY, V.L.H.; LIMA, J.A. F.; NELO, R.C.A. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 Kg de peso. Rev. Bras. De Zootec., 29(3):794-802, 2000.

NG, W-K.; LIM, H-A.; LIM, S-L.; IBRAHIM, C-O. Nutritive value of palm kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma koningii* (Oudemans) as a dietary ingredient for red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture Research*, 33:1199-1207, 2002.

NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus*G.).Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory, v.10, p.11-22, 1960.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SIMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, Belgrade: EIFAC/FAO, 15p.1966.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of fish. Washington D. C.: National Academy of Science, 114 p. 1993

NUNES, E.S.S. et al. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.1, p.139-143, 2006.

OGUNKOYA, A.E. et al. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of faecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, v.254, p.466-475, 2005.

OLIVEIRA, N.T. E. Energia metabolizável de alimentos e qualidade de ovos e carne de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico do urucum e niacina suplementar. 2004. 47 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

OLIVEIRA, G.R. et al. Digestibilidade de nutrientes em rações com complexo multienzimático para a tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p. 1945- 1952, 2007.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003. 112p.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil o desafio é crescer. Brasília, 2008. p. 276.

PENZ JÚNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: SIMPÓSIO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998,

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, A.; FURUYA, W.M.. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scient. Anim. Sci. 22 (3): 695-69, 2000.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSS, D.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 2001.

PEZZATO et al. Avaliação de dois métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente com a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scient. Anim. Sci. v. (3): 695-69, 2002.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; PINTO, L. G. Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Acta Scientiarum Animal Sciences. Maringá, v.26, n.3, p.329-337, 2004.

PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., FURUYA, W.M.,. Valor nutritivo dos alimentos na formulação de rações para peixes tropicais. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 43-51, 2009.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. Manual de Piscicultura Tropical. Brasília: IBAMA, 1994.196p.

RIBEIRO, P.A.P.; GOMIERO, J.S.G.; LOGATO, P.V.R. Manejo alimentar de peixes. Lavras: Núcleo de Estudos em Aquacultura, 2005. v.1, p.1-13. (Boletim Técnico).

ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T.; RODRIGUES, P. B. Retrospectiva e Desafios da Produção Animal – Aves e Suínos. DZO/U.F.V., Viçosa – MG, 2008.

SAHA, S. et al. Characterizations of cellulase-producing bacteria from the digestive tract of tilapia, *Oreochromis mossambica* (Peters) and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). Aquaculture Research, v.37, p.380-388, 2006.

SAKOMURA, N.K., ROSTAGNO, H.S., Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, cap.2, p. 79 , 2007.

SANTIAGO, C.B.; ALDABA, M.B.; REYES, O.F. Influence of feeding rate and diet form on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 64(2):277-282, 1987.

SANTOS, E. L. et al. DIGESTIBILIDADE APARENTE DO FARELO DE COCO E RESÍDUO DE GOIABA PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*). REVISTA CAATINGA — UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA. v.22, n.2, p.175-180, abril/junho de 2009

SIGNOR, A. A. PROCESSAMENTO DE RAÇÕES E UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO MULTENZIMÁTICO NA PRODUÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2008.

SILVA, D.J. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 166p.1990.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. H. V. da; Efeitos da Inclusão do Resíduo da Semente de Urucum (*Bixa Orellana* L.) na Dieta para Frangos de Corte: Desempenho e Características de Carcaça. R. Bras. Zootec., v.34, n.5, p.1606-1613, 2005

SILVA, M. C. D.; BOTELHO, J. R.; SOUZA, A. G. Estudo cinético do corante bixina por decomposição térmica dinâmica. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.2., n.1, p.11-14, mar. 2008

SILVA, D. A. Digestibilidade e desempenho de alevinos tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis da semente de urucum e farelo da palma forrageira. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011

SILVA, J. A. M da.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S., OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818): Acta Amazonica . vol. 37(1) 2007: 157 - 164

SIQUEIRA FILHA, N. T.; SIQUEIRA, A. T.; LIRA, J. M. T.; SANTOS, A. J. G. Reversão sexual de tilápia-nilótica (*Oreochromis niloticus*) em água verde, com larvas provenientes de incubação artificial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11., 1999, Recife. Anais... Recife: FAEP-BR, 1999. v. 1, p. 147-157.

STICKNEY, R.R. Tilapia nutrition, feeds and feeding. In: COSTA-PIERCE, B.A., RAKOCKY, J.E. (Eds.) Tilapia aquaculture in the Americas. v.1, WAS, Baton Rouge. p.34-54, 1997.

STONE, D.A.J. et al. Carbohydrate utilization by juvenile silver perca *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). II Digetibility and utilization of starch and its breakdown products. Aquaculture Research, v.34, n.2, p.109-121, 2003.

TACHIBANA, L. Triticale na alimentação da tilápia do Nilo. 54f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal-SP, 2007.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A.Z. Extração e determinação por CLAE de bixina e norbixina em coloríficos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, p.310-313, 2001.

TORRES, D.M.; COTTA, J.T.B.; TEIXEIRA, A.S. et al. Dietas a base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. Ciência Agrotecnológica, v.27, n.1, p.199-205, 2003.

UTIYAMA, C.E. Utilização do resíduo de sementes processadas de urum (*Bixa orellana* L.) na alimentação de suínos em crescimento. Piracicaba, escola Superior de Agricultura de Auqueiroz. USP, p.43 2001, Dissertação de Mestrado.

WURTS, M. L.; TORREBLANCA, R. A. Análisis de la semilla *Bixa orellana* L. (Achiote) y del desecho generado en la extracción de sus pigmentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v.33, p.606-619, 1983.

ZIMMERMANN, S.; JOST, H.C. Recentes avanços na nutrição de peixes: a nutrição por fases em piscicultura Intensiva. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1., 1998, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Conselho Brasileiro de Nutrição Animal, p.123-162, 1998.